

6

PATENT
Attorney Docket No.: SAM-0162

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Jang-Ho Cho
Serial No.: 09/693,157
Filing Date: October 20, 2000
Title: BRANCH PREDICTOR USING BRANCH PREDICTION ACCURACY
HISTORY

Examiner: Gerstl, Shane F.
Group Art Unit: 2183

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Post Office as First Class Mail on the date indicated below in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

2-27-04

Date

Amy Green

Amy Green

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

TRANSMITTAL OF TRANSLATION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

Enclosed herewith is an English-language translation of the priority document in the captioned pending U.S. patent application. The priority document is Korean Patent Application No. 1999-45786, which was filed on October 21, 1999. The enclosed translation is an accurate translation of the priority document.

The English-language translation of the priority document is being filed to complete perfection of the priority claim of the present application. The priority claim was made upon filing of the present application on October 20, 2000. The certified priority document was filed in the U.S. Patent and Trademark Office with the present application. The English-language translation is being provided because it is being used to swear behind a reference cited in a rejection of the claims in the Office Action mailed on August 27, 2003. Accordingly, it is believed that the effective filing date of the captioned application is the filing date of the priority application, October 21, 1999.

Applicant(s): Jang-Ho Cho
Serial No.: 09/693,157

If any further information is required, the Examiner is invited to telephone the undersigned.

Respectfully submitted,

Date: 2/27/04
Mills & Onello, LLP
Eleven Beacon Street, Suite 605
Boston, MA 02108
Telephone: (617) 994-4900
Facsimile: (617) 742-7774
J:\SAM\0162\transmofprioritydoc.wpd



Steven M. Mills
Registration Number 36,610
Attorney for Applicants

Exhibit 1

특허 팀	특허	✓	실용신안	
	국내	✓	해외	
	신사업구	有 <input checked="" type="checkbox"/> 보유 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>		
	출원순위	초진급 <input type="checkbox"/> 진급 <input checked="" type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/>		

작성 부 서	담당자	팀(과)	실(부)	임원
	/	/	/	/

최 중 견 정	S 급	<input type="checkbox"/>
	A+ 급	<input type="checkbox"/>
	A 급	<input checked="" type="checkbox"/>
	B 급	<input type="checkbox"/>
	P 급	<input type="checkbox"/>

직무발명신고서

(작성일시 : 1999년 4월 19일)

“특허법 및 당사” 직무발명보상지침 “에 의거
직무와 관련된 하기 발명(고안)에 대한 등록

받을 수 있는 권리를 회사에 양도 합니다.

작성 부 서	S 급	<input type="checkbox"/>
	A+ 급	<input type="checkbox"/>
	A 급	<input checked="" type="checkbox"/>
	B 급	<input type="checkbox"/>
	P 급	<input type="checkbox"/>

특허 팀	해 결 내 역	미국, 일본
	원 인	
	의 견	

■ 해외 출원국가 기재 시 각 특허사무소는 해외출원 진행 바랍니다

발명의 명칭	Branch Predictor using Branch Prediction Accuracy History
-----------	---

대표발명자	성명	한자 趙壯鎬	영자 Jangho Cho	주민번호	690416-1402723		
	소속	CPU 사업팀 기술 2팀		T: 4397	사원번호	93014596	급호 E4
	주소	경기도 수원시 권선구 구운동 462 삼환아파트 3동 111호					
공동발명자	성명	한자 (인)	영자	주민번호			
	소속			T:	사원번호		급호
	주소						
	성명	한자 (인)	영자	주민번호			
	소속			T:	사원번호		급호
	주소						
	성명	한자 (인)	영자	주민번호			
	소속			T:	사원번호		급호
	주소						
	성명	한자 (인)	영자	주민번호			
	소속			T:	사원번호		급호
	주소						

대 리 인	REF.No.:	특 허 팀	REF.No. IB9904-116	담당	과장	부장	비고
	접수일: 199		접수일: 1999. 4. 28				검정된 공제기술특사(대비본발명의 개원장) 강로바람.
	인장현 특허사무소		담당자: 김택성	1	6/23	6/23	

SAMSUNG

삼성전자

발 명 평 가 표

◎ 기술적 내용의 평가 (발명자가 작성바랍니다.)

구분	평가내용	발명자	발명자 의견
신규성	1. 신규한 것이다. 2. 유사한 선행기술이 있을 것으로 추정된다. 3. 기존 기술의 조합에 가깝다.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
중요도	1. 양산에 적용중인 발명이다. 2. 양산에 적용 예정인 발명이다. 3. 실험중인 발명이다. 4. 이론적으로 가능하고, 현재 실험계획은 없다. 5. 기술공개로 타사의 권리확보를 방지하면 충분하다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

- 상기 평가내용 중 하나를 선택하여 기재해 주십시오.

◎ 특허출원 등급 (발명자와 부서장 또는 PRC가 기재합니다. 필수기재요소)

★ “최종결정”의 출원등급에 의하여 원칙적으로 특허 출원 진행됩니다.

출원 등급	권고비율	발명자	최종결정(부서장 또는 PRC)	소요 경비
D(반려)	없음			
국내출원				
P(심사청구 무)	60% 이상			약 50만원
B(심사청구 유보)	30% 이내			약 200만원
해외출원				
A (미, (일))	6% 이내		○	약 2000만원
A+ (3~5개국)	3% 이내			약 5000만원
S(6개국 이상)	1% 이내			5000만원이상

- 부서장 또는 PRC의 등급결정 이유 또는 의견을 기술해 주시길 바랍니다.

중요 Idea이며 구체적 실현 방안이 있고 특허가능 하다
 하가리 이해가 있고 관련 법규에 의거하여 특허를 신청하는 것임
 PRC 평가위원: 구영호 (서명필수)

- P급이면 공개만을 하고 등록받기 위한 절차를 밟지 않는 것을 의미하며, B.A.S급은 등록을 받기 위한 절차를 진행하는 것을 의미합니다.

- 상기의 특허출원방법은 특허법에서 조정할 수 있음을 양지 바라며, 출원등급의 권고비율을 고려하여 주시길 바랍니다.

(선행기술이 첨부되지 않거나, 기재가 충실치 않으면 해외출원은 원칙적으로 곤란함.)

◎ 특허출원 방법의 조정 (A급 또는 S급 하향 조정 시)

진출 등급 조정 (특허법)	- 특허법과 발명자의 합의에 따라 등급은 우측과 같이 조정합니다.	
-------------------	---	--

SAMSUNG

삼성전자

3/10

직무발명신고서 양식 #1

(사전 체크 사항)		직무발명신고서 (Invention Disclosure)	
<input type="checkbox"/> 先願主義이므로 신속출원 必要 (종래기술 본제점 대비) <input type="checkbox"/> 완성된 발명이어야 함. (실시 예, Data 등 뒷받침 필요) (미완성이나 희망사항은 안됨) <input type="checkbox"/> 출원前에 外部에 발표 금지 (학회/논문 발표, 판매, 전시 금지)		발명의 명칭 (Title of The Invention)	
		Branch Prediction using Branch Prediction Accuracy History	
* 관련 先출원 or 진행 조사		논문: "Alternative Implementation of Two-Level Adaptive Branch Prediction" 19th Annual International Symp. on Computer Architecture pp.124-134 특허: US00686017A	
○ 본 아이디어와 관련있는 기술이 이미 출원되었거나 현재 진행중인 것 모두 기재함. ○ 국내 우선권 주장이 목적이며, 최초출원일로부터 1년 이내 개량하여 출원할 경우, 日字 소급적용 可能. ○ 발명자 달라도 무방함.		(The Source of Prior Art(s) & Cross reference(s) to Related Application(s)+문헌명(특허No)+발표시기+출원일+해당 v Page v 등) KEY WORD:	
1) 복허청에 기 출원한 경우		종래기술 186001722 비교검토	
출원번호			
출원일자			
2) 사내출원 진행중인 경우			
+ 명 칭 : + 발명자 : + 제출일 :			
사내/외 발표여부 (V)표		* 별첨: * 반드시 소사된 선행자료의 해당 Page를 첨부할 것.	
1) 실적 및 제척 없음()		본 발명에 관련된 과제(Project)	
2) 발표 예정 ()		과 제 명	기능 및 용도
3) 발표 완료 ()		EV6	CPU
2), 3) 경우 발표처/일자 記錄		과 제 코드	
		BU9601X	
		* KEY WORDS	관련특허 전산정보 Search용 명문단어 5개 이상
		branch prediction, prediction accuracy, BMT, PHT, BTB	
		적용가능 당사 제품명	
		EV6 이상의 CPU	
		관련있는 경쟁사 제품(류)명 예)소니사 : SAI234	
		Intel:Merced	

직무발명신고서 양식 #2

종래기술의 문제점 및 그것을 해결하고자 하는 본 발명의 목적

(Background Art & Objects of the Invention)

조건분기문(conditional branch)이란 조건검사 과정을 거친 후, 조건이 참이면 분기문에서 명시해주는 목적주소(target address)의 명령어를 수행하고, 조건이 거짓일 경우는 분기문 다음의 명령어를 수행하는 프로그램 명령어의 일종이다. 조건분기문은 조건분기문 다음의 명령어를 절정하기 위해서 조건을 검사하는 과정이 필요하므로 파이프라인을 채택하여 빠른 명령어의 fetch를 요구하는 근래의 CPU에서 성능을 저하시키는 요인이 된다.

최근의 CPU는 이러한 문제를 해결하기 위하여, 조건분기문을 만날 경우, 조건의 결과를 미리 예측하는 분기예측기(branch predictor)를 사용한다. 분기예측기는 분기명령어를 만날 경우 조건검사과정의 결과가 나오기 이전에, 이전의 분기명령어의 결과를 사용하여 해당 분기명령어의 조건검사결과를 예측하여 분기명령어 다음의 명령어 fetch를 미리 수행하도록 하여준다. 분기예측기를 사용하는 경우 조건검사과정의 결과가 나오기 이전에 다음 명령어를 fetch하여 수행하도록 함으로써, 파이프라인의 정지(stall)을 없애줌으로 성능개선의 효과를 볼 수 있다. 하지만, 분기예측의 결과가 틀릴 경우에는 (branch prediction miss) 이미 fetch하여 수행중인 명령어들의 진행을 중지시키고, 실제의 다음 명령어를 fetch한 후 수행해줘야 하는 miss penalty가 발생한다.

이러한 분기명령어의 실패율(miss ratio)을 줄이기 위해 많은 구조의 분기예측기가 제안되었지만 가장 광범위하게 사용되는 분기예측기는 2-level 분기예측기이다. 도면 1은 2-level 분기예측기의 구조를 간단히 보여준다. BHR은 k개의 이전 분기명령어의 결과를 저장하는 레지스터로 1은 분기명령어의 조건검사결과가 참인 경우, 0은 분기명령어의 조건검사가 거짓인 경우를 나타낸다. 이전에 수행된 k번의 분기명령어의 조건검사결과를 pattern이라 부른다. PHT는 이런 각 pattern의 경우에 따라 다음에 수행될 분기명령어 b의 조건검사과정을 미리 예측하기 위한 정보를 저장하고 있는 장치로, 해당 정보를 Sc라 부르기로 한다. $I(Sc)$ 는 정보 Sc를 사용하여 분기명령어 b의 조건검사결과를 예측한 값으로 이 값에 따라 분기명령어 다음의 명령어 fetch가 이루어진다. Rc는 실제 분기명령어 b의 조건검사 결과로 이 값이 예측한 값 $I(Sc)$ 와 다를 경우 분기예측이 실패(prediction miss)라 하고, 분기명령어 이후에 fetch되어 수행중인 명령어들을 모두 취소시켜야 한다. Rc의 결과에 따라 BHR의 lsb (least significant bit)이 저장되고 나머지 bit들은 왼쪽으로 shift된다. 또한 해당 pattern의 저장장소인 PHT의 정보 Sc도 Rc 값에 따라 새로운 정보로 바뀌게 된다. 이때 사용하는 논리함수를 d라 부르기로 한다. 주로 d는 up/down saturate counter로 구성된다. 즉, b의 조건검사 결과가 참인 경우는 Sc의 값을 1만큼 증가시켜주고, 거짓인 경우는 1만큼 감소시켜준다. 그리고 Sc 값이 최소값(최대값)인 경우에는 기댓(참)인 경우가 발생하여도 Sc 값을 최소값(최대값)으로 유지해준다. 이를 saturate counter라 한다.

BHR을 프로그램 수행 중 발생하는 모든 분기명령어에 대한 history를 저장하는데, 각 분기명령어마다 BHR을 두느냐에 따라 global 또는 local 분기예측기로 분류되고, global 또는 local을 각각 또는 둘 모두를 사용한 분기예측기를 구현하기도 한다.

본 발명은 이런 2-level 분기예측시 발생하는 분기예측실패(prediction miss)를 줄이기 위한 것이다.

5/10

직무발명신고서 양식 #3

발명의 구체적
설명

- 발명의 목적을 달성하기 위해 어떻게 구현했는가?
(實 TEST 혹은 Simulation에 의해 검증된 구체적 회로 구조 또는 제조방법 및 조건에 대하여 그 작용 또는 제조수순을 따라 상세히 설명할 것)
- 각 작용과 함께 발생하는 특유의 효과를 병행 기록할 것

(Detailed Disclosure of the Invention)

도면 2에 본 발명에서 제안하는 분기예측기의 구조를 도시하였다. 본 발명은 기존의 2-level 분기예측기의 출력인 분기예측이 정확한가를 예측하는 회로를 추가하였다. 이들 회로들은 분기예측의 정확성의 history를 저장하는 1) AHT(Accuracy History Table)와, 2) 2-level 분기예측결과와 실제 분기명령수행결과를 비교하여주는 비교기, 3) 이 비교결과를 사용하여 AHT에 저장될 정보를 생성하여 주는 논리회로장치, 4) AHT에 저장된 정보를 사용하여 분기예측의 결과가 옳은가를 예측하여 주는 논리회로 장치, 5) 그리고 이 결과에 따라 2-level 분기예측의 결과와 그 반대값 중 하나를 최종 분기예측의 결과로 선택해 주는 multiplexer로 구성된다.

1) AHT는 memory array로 구성된 장치이다. 각 엔트리의 비트수는 응용에 따라 결정된다. 2) 2-level 분기예측결과와 실제 분기명령수행 결과를 비교하여 주는 비교기는 둘의 결과가 같은 경우는 1, 다를 경우는 0을 출력해준다. 3) 이 비교결과를 사용하여 AHT에 저장될 정보를 생성하여 주는 논리회로장치는 saturate counter로 구성할 수 있다. 또한 일정시간 동안 모니터링 후 (해당 패턴의 분기예측의 정확도를 학습시킨 후) 사용할 수도 있다. 이 논리장치는 응용에 따라 다양하게 결정할 수 있다. 4) AHT에 저장된 정보를 사용하여 분기예측의 정확도를 예측하여 주는 논리회로장치는, saturate counter를 사용하는 경우 AHT 엔트리의 msb(most significant bit)를 사용할 수 있다. 이 논리회로 장치도 응용에 따라 다양하게 구성할 수 있다. 5) 마지막으로 multiplexer는 논리회로 장치 4)의 결과에 따라 2-level 분기예측기의 결과를 그대로 사용할 것인지, 아니면 역전된(inverted) 결과를 사용할 것인지를 선택하여 주는 회로장치이다.

뒷장 계속

SAMSUNG

삼성전자

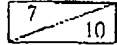
6/10

직무발명신고서양식 추가분

앞장에서 계속

SAMSUNG

삼성전자



직무발명신고서 양식 #4

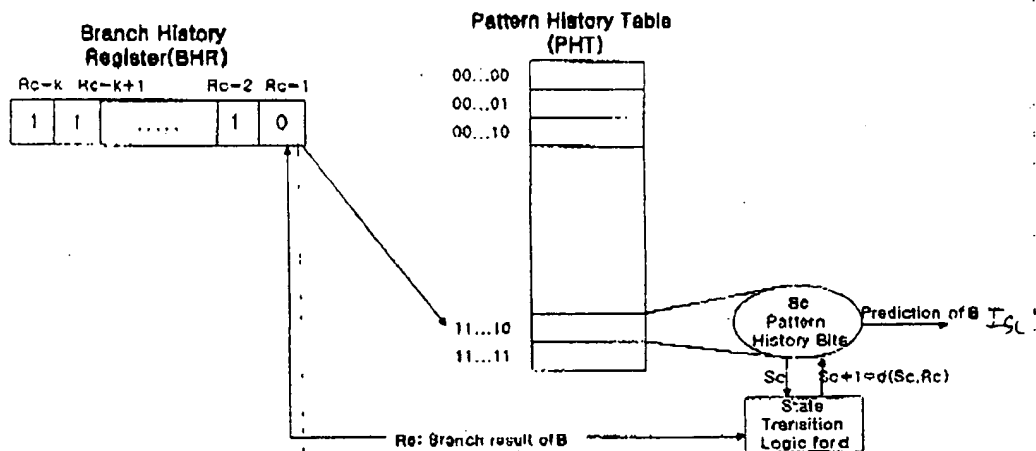
청구범위	(Claims)
<p>+ 독려발명과 기술범위를 결정하는 매우 중요한 항목임.</p> <p>- 독점권을 얻고 싶은 특정사항을 기술한다.</p> <p>- 발명의 특징과 같은 효과를 얻기 위해서 필요한 신규의 구성요소를 기술한다.</p> <p>(例)</p> <p>1. (독립항): 상위 개념 a공정과 b공정과 c공정으로 이루어지는 ○ ○ 제조 방법</p> <p>2. (종속항): 하위 개념 1항에 있어서(독립항 인용) a공정의 매선층이 AI인 ○ ○ 제조방법.</p> <p>3. (종속항): 하위 개념 2항에 있어서(다 종속항인용) AI의 두께가 50A인 ○ ○ 제조방법.</p> <p>4. (독립항): 상위 개념</p>	<p>1. 분기예측시, 분기예측의 정확도를 사용하는 방법 및 장치</p> <p>2. 1 항에 있어서 분기예측의 정확도를 사용하는 장치는 분기예측의 history를 저장하는 메모리 array장치인 AHT와 AHT에 저장된 정보를 사용하여 분기예측의 정확도를 결정하여 주는 논리회로 장치, AHT의 정보를 생성 및 update 시켜주는 논리회로 장치, 분기명령예측 결과를 선택하는 multiplexer, 그리고 2-level 분기명령어의 결과를 실제수행결과와 비교하여 주는 비교기로 구성된 장치.</p> <p>3. 2항에 있어서 AHT에 저장되는 정보는 각 branch history 및 pattern history에 해당하는 분기명령예측결과와 정확도의 history 정보.</p> <p>4. 1항에 있어서 분기예측의 정확도를 사용하는 방법은 2-level 분기예측기의 결과를 해당상태(패턴)의 분기예측정확도에 따라 2-level 분기예측결과와 역전된 결과 중 하나를 선택하여 분기예측하여 주는 방법</p>
<p>도면의 간단한 설명 (Brief Description of the Drawings)</p> <p>도면 1. 기존의 2-level 분기예측기의 구조</p> <p>도면 2. 본 발명에서 제안하는 분기예측기의 구조</p>	

特許 圖面 用紙

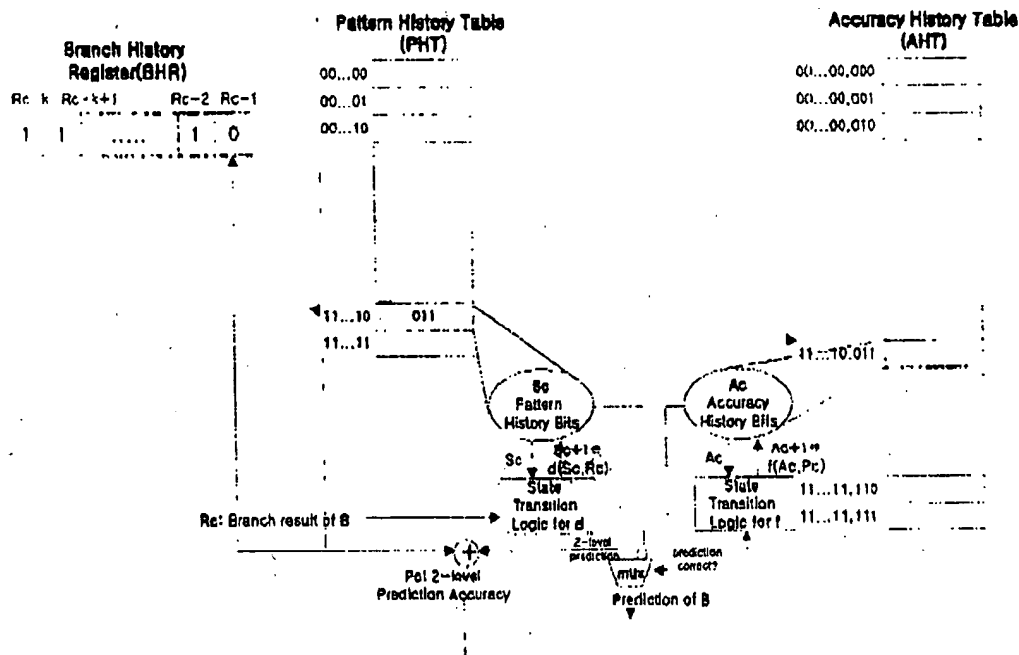
주의사항

1. 화면의 특징을 가장 잘 나타낼 수 있을 것을 제1도표하며, 인공의 중요한 부분의 명암과 도면상의 부호를 명만시켜 기입한다.
2. 화면 기술에 대한 도면도 기입한다.
3. 도면의 용지가 필요 이상 증가되지 않도록 LAYOUT을 조정한다.

리부발명신고서 양식 #5 (Drawings)



도면 1. 2-level 분기예측기의 구조



도면 2. 본 발명에서 제안하는 분기예측기의 구조

Exhibit 2


삼성전자

발표일자 1999년 5월 18일

발표자 조장호 Tel 4397

제기일자

Branch Predictor
Using
Branch Prediction
Accuracy History

System LSI
CPU 기술 2팀

SAMSUNG PROPRIETARY

발표일자 : 99/5/18 작성부서 : CPU 기술 2팀 발표자 : 조침호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History

발명의 목적

- 최근의 마이크로프로세서 특징
 - Pipeline 채택
 - 병렬구조 (superscalar, VLIW)
 - Instruction Prefetch
 - 명령어의 원활한 공급이 중요해짐
- 조건분기문 (Conditional Branch Instruction)
 - 조건검사결과에 따라 프로그램 flow change
 - Pipeline bubble
- Branch Prediction
 - 조건검사결과 예측을 통한 명령어 prefetch
 - Misprediction시 penalty
 - Prediction 정확도의 중요성

발표일자 : 99/5/18 작성부서 : CPU 기술 2팀 발표자 : 조장호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History

종래의 기술 (1-1)

● 2-level branch predictor

- BHR (Branch History Register)
 - : Branch 명령수행의 history 기록 (Taken 시 1 / Not Taken 시 0)
- PHT (Pattern History Table)
 - : BHR 값을 index로 사용
 - : 각 branch history pattern에 대한 prediction 제공
 - : Saturate up/down counter (Taken +1 / Not taken -1)
 - : MSB = 1 일 경우, predict taken
 - : MSB = 0 일 경우, predict not taken
- Global / Local predictor
 - : Global은 모든 branch 명령어 대해 하나의 BHR 사용
 - : Local은 각 branch 명령마다 BHR 사용

발표일지 : 99/5/18

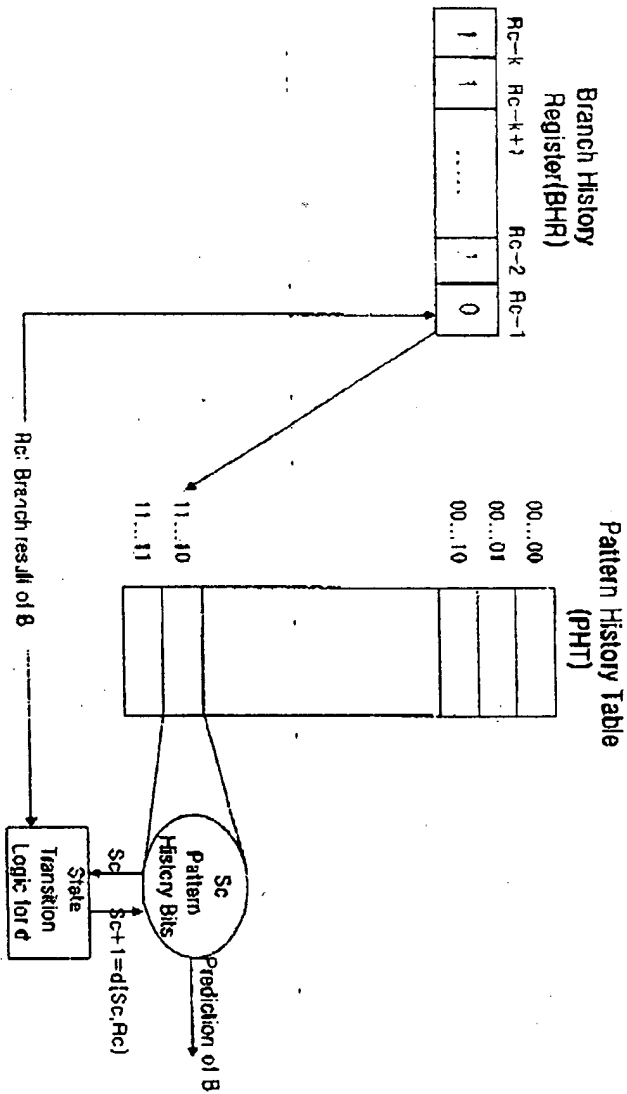
작성부서 : CPU 기술 2팀

발표자 : 조창호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History

종래의 기술 (I-II)

● 2-level branch predictor 개념도



발표일자 : 99/5/18 작성부서 : CPU 기술 2팀 발표자 : 조장호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History

종래의 기술 (II)

- Prediction 정확도 정보에 대한 특허
 - US005860017 (Intel)
 - Misprediction 될 가능성이 높은 분기명령어 수행 : taken path와 not taken path 동시 수행
 - Unlikely To Be Predicted Accurately
- ① 처음 수행되는 branch 명령어
- ② Branch history 사용
 - 최근 prediction이 mispredict 된 경우
 - Y번 수행 중 X번 mispredict 된 경우
- ③ Timer 사용
 - Mispredict 후, 일정시간 지나서 다시 수행할 경우
- 단점
 - 정확도 결정방법
 - Hardware cost (Resource Conflict로 인한 성능저하 가능성)

발표일자 : 99/5/18

작성부서 : CPU 기술 2팀

발표자 : 조정호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History**본 발명**

● 정확도 결정방법

- Branch mispredict는 branch pattern에 좌우 (예: for, while)
- Branch history pattern에 따른 accuracy history 정보 사용
- Accuracy History Table
 - : 임의의 branch history pattern이 mispredict시, 해당 정보 기록 (1 bit or multiple bits 사용가능)
 - : Saturate counter
 - : 초기값 결정 (profiling 사용가능)

● 간단한 hardware 구조

- Branch prediction accuracy에 따른 prediction 신호만 변경
- 추가되는 hardware
 - : AHT (Accuracy History Table)
 - : Multiplexer

SAMSUNG PROPRIETARY

Page 6

SAMSUNG
삼성전자

발표일지 : 99/5/18

직성부서 : CPU 기술 2팀

발표지 : 조영호

Branch Predictor Using Branch Prediction Accuracy History

본 발명의 개념도

